

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3835932 A1**

⑤① Int. Cl. 5:  
**F01 D 5/18**  
F 01 D 5/30  
F 02 C 7/18

⑳ Aktenzeichen: P 38 35 932.4  
㉑ Anmeldetag: 21. 10. 88  
㉒ Offenlegungstag: 26. 4. 90

DE 3835932 A1

㉑ Anmelder:

MTU Motoren- und Turbinen-Union München GmbH,  
8000 München, DE

㉒ Erfinder:

Radons, Ulrich, 8068 Pfaffenhofen, DE

BEST AVAILABLE COPY

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung zur Kühlluftzuführung für Gasturbinen-Rotorschaukeln

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung für Gasturbinen-Rotorschaukeln mit Kühlluftkanälen, in die über eine Kühlkammer an jedem Schaufelfuß Kühlluft eingeblasen wird. Die Verbindung mit der statorseitigen Kühlluftquelle wird unter Überwindung eines Niederdruckraumes durch eine statorseitige im wesentlichen radial nach außen gerichtete ringförmige Luftauslaßdüse erreicht, wobei Einsätze in den Kühlluftkammern die Kühlluft berührungsfrei über eine ringförmige Lufteinlaßöffnung aufnehmen und unter Regeneration des Kühlluftdrucks zu den Kühlkanälen in den Rotorschaukeln umlenken.

DE 3835932 A1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kühlluftzuführung für Gasturbinen-Rotorschaukeln, die auf einer Rotorscheibe form- und kraftschlüssig verankert sind und deren Schaufelfüße mit der Rotorscheibe Kühlkammern bilden, wobei jede Kammer mit durch die Schaufel führenden Kühlkanälen in Verbindung steht.

Eine derartige Vorrichtung ist aus DE-OS 18 14 430 bekannt, wobei Einrichtungen zur Verbindung zwischen Kühlkammer und Kühlmittelquelle mitrotieren, so daß sie große rotierende Massen in Form von rotierenden formschlüssigen Abstandsstücken zwischen den aufeinanderfolgenden Rotorrädern aufweisen. Der Kühlluftstrom in der Kühlkammer wird mittels Kühlstromplatten und Dichtstücken umgelenkt, so daß sich mehrere Dichtflächen auf unterschiedlichen Körpern gleichzeitig abstützen, was keine vollständige Abdichtung des Kühlluftstroms wegen der zu überbrückenden Körperfugen gewährleistet.

Darüber hinaus ist eine Vorrichtung zur Kühlluftzuführung für Gasturbinen-Rotorschaukeln aus EP-00 43 300 bekannt, bei der ein gegen das Rotorrad axial und formschlüssig abgedichteter Flansch als Deckscheibe, die unterhalb oder seitlich der Schaufelfüße eines Rotors angeordneten Kühlkammern mit der Kühlluftquelle verbindet. Beim Zu- und Hindurchströmen der Kühlluft zwischen dem mitrotierenden Flansch- bzw. der Deckscheibe und der Rotorscheibe wird das Kühlgas verwirbelt und unterliegt erhöhten Reibungsverlusten aufgrund von beispielsweise Corioliseffekten und der Ausbildung von Ekman-Schichten. Dadurch wird das Druckgefälle der Kühlluft, das in Temperaturabsenkung umsetzbar wäre, nachteilig vermindert. Deshalb ist bei Deckscheibensystemen die Temperaturabsenkung der Kühlluft nachteilig stark eingeschränkt.

Eine direkte berührungsarme Zuführung der Kühlluft vom Stator zu den rotierenden Kühlkammern am Schaufelfuß, wie sie aus DE-OS 19 42 346 bekannt ist, erfordert eine Spaltdichtung auf großem Durchmesser, die mit einem hohen Aufwand an statorseitigen Einrichtungen zur Spaltanpassung an die unterschiedlichen Betriebszustände eines Triebwerks gekoppelt ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine gattungsgemäße Vorrichtung anzugeben, die minimale rotierende Massen aufweist, eine dichtungs- und berührungsfreie, verlustarme Verbindung zwischen statorseitiger Kühlluftquelle und rotorseitiger Kühlkammer unter Überwindung eines Niederdruckraumes herstellt, eine hohe Temperaturabsenkung der Kühlluft gewährleistet und mit geringem statorseitigen Aufwand verbunden ist, so wie die Anzahl der erforderlichen Dichtflächen in der Kühlkammer reduziert und Einrichtungen zur Spaltanpassung vermeidet.

Gelöst wird diese Aufgabe dadurch, daß in jeder Kühlkammer ein Einsatz angeordnet ist, der formschlüssig mit dem Schaufelfuß verbunden und zur Niederdruckseite der Rotorscheibe hin geschlossen ist und daß auf der Hochdruckseite die Einsätze über die Rotorscheibe hinausragen und eine ringförmige zur Nabe hin geschlitzte Lufteinlaßöffnung bilden, wobei eine statorseitige, ringförmige Luftauslaßdüse im wesentlichen radial nach außen auf die Lufteinlaßöffnung gerichtet ist.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird die statorseitige Kühlluftquelle mit einer statorseitigen ringförmigen Luftauslaßdüse verbunden, die einen radial im wesentlichen nach außen gerichteten Kühlluftstrom erzeugt, der einen homogenen, ringförmigen Kühlluft-

schleier bildet. Dieser Kühlluftschleier trifft auf eine Anblasfläche im radial äußeren Randbereich der Rotorscheibe und wird zur ringförmigen rotierenden Lufteinlaßöffnung hin umgelenkt die aus den zur Nabe hin geschlitzten Ringsegmenten der Einsätze für die Kühlkammern gebildet wird.

Diesem Kühlluftstrom wird zur Anpassung der Strömung vom statischen Bauteil der Luftauslaßdüse zu den rotierenden Ringsegmenten der Lufteinlaßöffnung eine Umfangskomponente durch eine weitere der Luftauslaßdüse vorgelagerte Einrichtung wie beispielsweise eine Dralldüse aufgeprägt.

Diese Vorrichtung hat den Vorteil, daß sie eine vollständig berührungsfreie Verbindung zwischen statorseitiger Kühlluftquelle und rotorseitigem Verbraucher schafft und keinerlei Einrichtungen zur Spaltregulierung vorzusehen sind. Die rotierenden Massen in Form von massiven Deckscheiben oder Abstandsstücken werden auf kleinvolumige Einsätze in den Kühlkammern beschränkt, die bei geeigneter Materialwahl ein minimales zusätzliches Gewicht darstellen.

Besonders vorteilhaft wird dieser Einsatz vorzugsweise in einstückiger Bauweise ausgebildet.

Der Einsatz ist bei entsprechender Ausgestaltung der Erfindung mit einem einzigen ringförmigen Paß- und Dichtsitz zum Schaufelfuß hin formschlüssig verbunden. Dieser Dichtsitz des Einsatzes gewährleistet vorteilhaft eine vollständige Abdichtung des Kühlluftstromes in der Kühlkammer, da er sich gegen ein einziges Bauteil abstützt und keine Körperfugen zu überwinden hat.

Eine bevorzugte Ausführungsform besteht darin, den Einsatz mit dem Schaufelfuß durch Löten, Schweißen, Kleben oder Ansintern zu einem integralen Bauteil auszubilden und dadurch vorteilhaft eine vereinfachte Montage, eine geringere Bauteilstückzahl und eine vollständige Vermeidung von Dichtflächen zu erreichen.

Durch aerodynamische Formgebung des Einsatzes im Bereich des Kühlluftstromes wird dieser unter Regeneration des Kühlluftdruckes verlustarm umgelenkt und den Kühlkanälen in den Schaufeln des Rotors zugeführt. Dadurch wird eine Kühlgastemperaturabsenkung des Kühlgases möglich, die aufgrund der verlustarmen Zuführung größer ist, als bei den im Stand der Technik bekannten Lösungen.

Verlustbehaftete wie beispielsweise verwirbelte Kühlstromanteile werden darüber hinaus beim Übergang von der Luftauslaßdüse zur Lufteinlaßöffnung durch eine im Winkel von 20° bis 50° vorzugsweise 33° angeströmte Anblasfläche im Randbereich der Rotorscheibe abgetrennt. Dieser abgetrennte Leckstrom hat die gleiche Größenordnung wie die Leckströme üblicher Spaltdichtungen.

Die axiale Erstreckung der ringförmigen Anblasfläche im Randbereich der Rotorscheibe ist vorzugsweise größer als die betriebsbedingten axialen Verschiebungen zwischen statorseitiger Luftauslaßdüse und Rotorscheibe, damit der Kühlluftstrom nach Austritt aus der Luftauslaßdüse bei allen Betriebszuständen zuerst auf die Anblasfläche trifft und dann zur Lufteinlaßöffnung hin umgelenkt wird. Das hat den Vorteil, daß die Lufteinlaßöffnung unter allen Betriebsbedingungen optimal angeströmt wird.

Um den vor der Lufteinlaßdüse abgetrennten Luftstrom zu optimieren, wird die Lufteinlaßöffnung vorzugsweise schmaler ausgeführt, als die Luftauslaßdüse. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß ein verlustarmer Druckaufbau im Kühlkammereinsatz erreicht wird.

Besonders einfach läßt sich der Einsatz als Metallsin-

ter- oder Metallgußkörper gestalten. Als Grundwerkstoffe werden vorzugsweise Schaufelwerkstoffe auf Nickel- oder Kobaltbasis eingesetzt, so daß sie ein den Schaufelfüßen angepaßtes Wärmedehnungsverhalten zeigen.

Eine weitere Ausführung der Erfindung besteht darin, die Einsätze vorzugsweise aus Oxid- oder Sinterkeramischen Werkstoffen zu fertigen, da diese Werkstoffe gewichtssparend die rotierenden Massen gering halten.

Die Figuren zeigen Ausführungsbeispiele der Erfindung.

Fig. 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Kühlluftzuführung für Gasturbinen-Rotorschaukeln im Querschnitt.

Fig. 2 zeigt von dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 einen Einsatz in einer Kühlkammer unter einem Schaufelfuß im Querschnitt.

Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt einer Frontansicht von dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1.

Fig. 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer statorseitigen ringförmigen Luftauslaßdüse 1, die einen homogenen radial nach außen gerichteten berührungsfreien Kühlluftstrom 2 in Pfeilrichtung erzeugt. Diesem Kühlluftstrom 2 wird eine Umfangskomponente durch eine Dralldüse 3, die zwischen zwei scheibenförmigen Deckplatten 4 und 5 angeordnet ist, vermittelt. Die Luftauslaßdüse 1 richtet den Kühlluftstrom 2 über einen Ringspalt 13 zwischen Stator 6 und Rotor 7 auf eine Anblasfläche 23 im Randbereich der Rotorscheibe 7. Die Anblasfläche 23 lenkt den Kühlluftstrom zu einer Lufteinlaßöffnung 8 eines Einsatzes 9 einer Kühlkammer 10 unter dem Schaufelfuß 11 einer Schaufel 22. Der Einsatz 9 lenkt den Kühlluftstrom 2, nachdem er die Lufteinlaßöffnung 8 passiert hat, um (siehe Pfeile) und führt ihn den Kühlluftkanälen 12, 20 und 21 im Schaufelfuß 11 zu.

Fig. 2 zeigt von dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 einen Einsatz 9 in einer Kühlkammer 10 unter einem Schaufelfuß 11 im Querschnitt. Der Einsatz 9 lenkt den radial ausgerichteten Kühlluftstrom 2, der über den Ringspalt 13 zwischen Stator 6 und Rotorscheibe 7 nach Umlenkung durch die Anblasfläche 23 in die Lufteinlaßöffnung 8 des Einsatzes 9 gelangt, in die Kühlluftkanäle 12, 20 und 21 des Schaufelfußes 11 um. Dabei durchströmt die Kühlluft den strömungsgünstig geformten Umlenkraum 19. Der Einsatz 9 ist durch einen den Schaufelfuß 11 ringförmig umgebenden Zentrieransatz 14 mit dem Schaufelfuß 11 formschlüssig verbunden und über den Dichtsitz 15 gasdicht abgeschlossen. Die Schaufel und der Einsatz werden vor axialen Verschiebungen durch die Sicherungsscheibe 16 und die ringförmige Sicherungseinlage 17 gesichert.

Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt einer Frontansicht von dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1, wobei nur 3 Schaufelpositionen einer Rotorscheibe 7 abgebildet werden. Die zugehörigen Einsätze ragen über den Rand der Rotorscheibe 7 hinaus und bilden eine Lufteinlaßöffnung 8 die der statorseitigen Luftauslaßdüse 1 im wesentlichen radial nach außen gegenüber liegt. In dem ringförmigen Spalt zwischen Lufteinlaßöffnung 8 und Luftauslaßdüse 1 liegt die Anblasfläche 23 im Randbereich der Rotorscheibe 7.

Schaufelfüße mit der Rotorscheibe Kühlkammern bilden, wobei jede Kühlkammer mit durch die Schaufel führenden Kühlkanälen in Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder Kühlkammer (10) ein Einsatz (9) angeordnet ist, der formschlüssig mit dem Schaufelfuß (11) verbunden und zur Niederdruckseite der Rotorscheibe (7) hin geschlossen ist, und daß auf der Hochdruckseite die Einsätze (9) über die Rotorscheibe (7) hinausragen und eine ringförmige zur Nabe hin geschlitzte Lufteinlaßöffnung (8) bilden, wobei eine statorseitige, ringförmige Luftauslaßdüse (1) im wesentlichen radial nach außen auf die Lufteinlaßöffnung (8) gerichtet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Einsatz (9) einstückig ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Einsatz (9) ein Metallsinter- oder Metallgußkörper aus einer Nickel- oder Kobaltbasislegierung ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Einsatz (9) ein Sinterkörper aus Keramik ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Einsatz (9) einen Zentrieransatz (14) zum Schaufelfuß (11) mit einem einzigen Dichtsitz (15) aufweist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaufelfuß und der Einsatz ein integrales Bauteil bilden.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlluftstrom (2) der Luftauslaßdüse (1) in einem Winkel von 20° bis 50° vorzugsweise 33° auf eine ringförmige Anblasfläche (23) im Randbereich der Rotorscheibe (7) zur Abspaltung verwirbelter Randschichten des Kühlluftstromes (2) gerichtet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Erstreckung der Anblasfläche (23) größer ist als die betriebsbedingt auftretenden axialen Verschiebungen zwischen statorseitiger Luftauslaßdüse (1) und Rotorscheibe (7).

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmige Lufteinlaßöffnung (8) einen schmalen Schlitz besitzt, als die Luftauslaßdüse (1).

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der ringförmigen Luftauslaßdüse (1) eine Einrichtung zur Erzeugung einer Strömungskomponente in Umfangsrichtung vorgeschaltet ist.

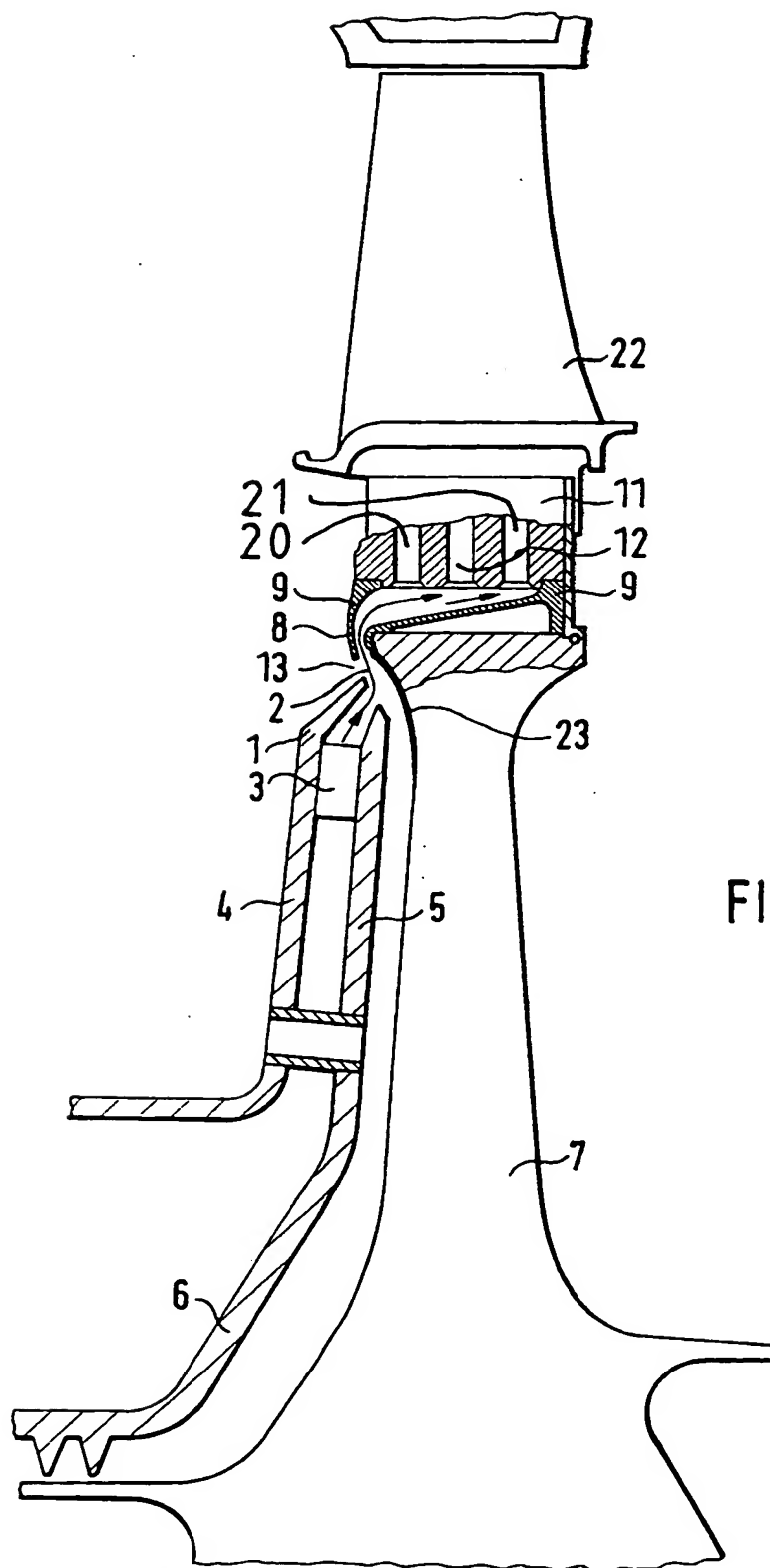
Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Kühlluftzuführung für Gasturbinen-Rotorschaukeln, die auf einer Rotorscheibe form- und kraftschlüssig verankert sind und deren

BEST AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY



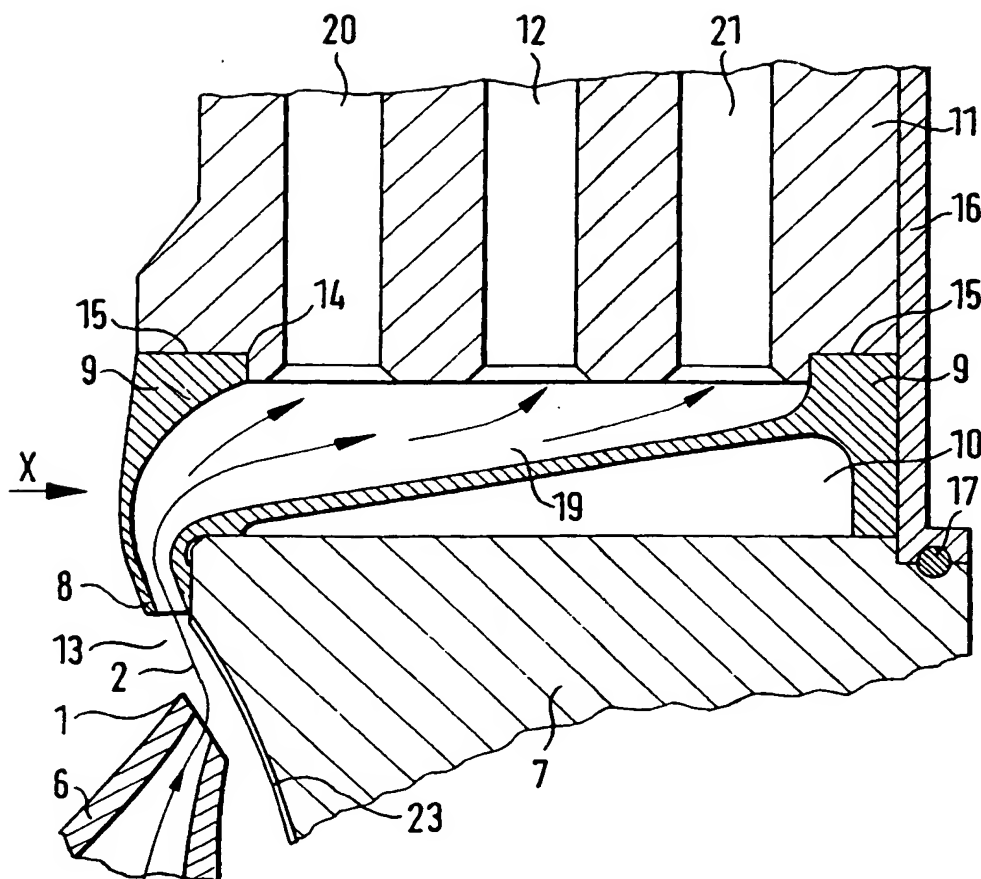
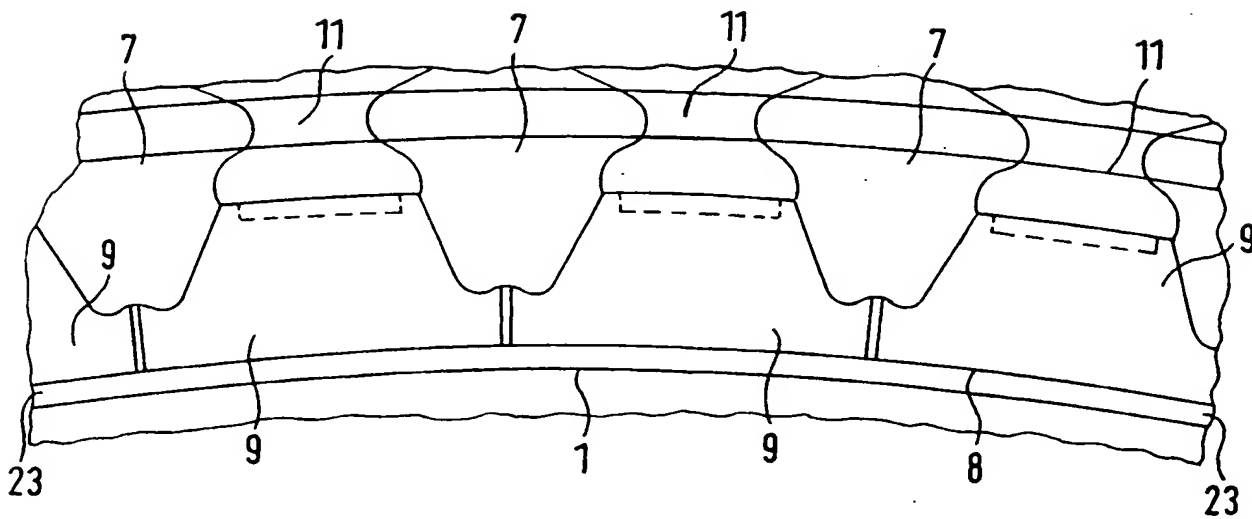


FIG. 2

BEST AVAILABLE COPY

FIG. 3



BEST AVAILABLE COPY